

Національний університет водного господарства та природокористування  
Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та  
обчислювальної техніки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова науково-методичної  
ради НУВГП  
е-підпис Олег ЛАГОДНЮК

03.09.2021

**04-03-32S**

**СИЛАБУС**

освітньої компоненти

**SYLLABUS**

<b>Комп'ютерне моделювання енергооб'єктів</b>	<b>Computer simulation of energy objects</b>	
Шифр за ОП	ВБ12	Code in Educational Program
Освітній рівень: бакалаврський (перший)		Educational level: Bachelor's (first)
Галузь знань: <b>Електрична інженерія</b>	<b>14</b>	Fields of knowledge: <b>Electrical engineering</b>
Спеціальність: <b>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</b>	<b>141</b>	Field of study: <b>Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics</b>
Освітня програма: <b>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</b>		Educational Program: <b>Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics</b>

Силабус навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання енергооб'єктів» для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Рівне. НУВГП. 2021. 14 стор.

ОПП на сайті університету: <http://ep3.nuwm.edu.ua/18634/>

Розробник силабусу: Василець С.В., д.т.н., проф., проф. кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Силабус схвалений на засіданні кафедри  
Протокол № 23 від "02" липня 2021 року



Завідувач кафедри: Древецький В.В., д.т.н., проф.  
Гарант ОП Василець С.В., д.т.н., проф., проф. кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІ АКOT  
Протокол № 9 від 30 серпня 2021 року

Голова науково-методичної ради з якості ННІ: Мартинюк П.М., д.т.н., проф.

СЗ №-4172 в ЕДО

© Василець С.В., 2021  
© НУВГП, 2021

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ	
Ступінь вищої освіти	бакалавр
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Рік навчання, семестр	4 рік навчання, 7 семестр
Кількість кредитів	4
Лекції:	20 год. – денна форма, 2 год. – заочна форма
Лабораторні заняття:	20 год. – денна форма, 10 год. – заочна форма
Самостійна робота:	80 год. – денна форма, 108 год. – заочна форма
Курсова робота:	ні
Форма навчання	денна, заочна
Форма підсумкового контролю	залік
Мова викладання	Українська
ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧІВ	
<p>Лектор</p> 	<p><b>Василець Святослав Володимирович</b>, доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій</p> <p>Вікіситет  <a href="http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Василець_Святослав_Володимирович">http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Василець Святослав Володимирович</a></p> <p>ORCID  <a href="https://orcid.org/0000-0003-1299-8026">https://orcid.org/0000-0003-1299-8026</a></p> <p>Як комунікувати  <a href="mailto:s.vasylets@nuwm.edu.ua">s.vasylets@nuwm.edu.ua</a> Актуальні оголошення на сторінці дисципліни в системі MOODLE</p>
<p>Асистент лектора</p> 	<p><b>Кулик Наталія Ігорівна</b>, кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій</p> <p>Вікіситет  <a href="http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Кулик_Наталія_Ігорівна">http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Кулик Наталія Ігорівна</a></p> <p>ORCID  <a href="https://orcid.org/0000-0002-1453-624X">https://orcid.org/0000-0002-1453-624X</a></p> <p>Як комунікувати  <a href="mailto:n.i.kulik@nuwm.edu.ua">n.i.kulik@nuwm.edu.ua</a> Актуальні оголошення на сторінці дисципліни в системі MOODLE</p>

## ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНЮ КОМПОНЕНТУ

### Анотація освітньої компоненти, в т.ч. мета та цілі

Уміння аналізувати електроенергетичні комплекси та системи математичними методами, із застосуванням комп'ютерної техніки, є невід'ємною складовою формування професійної компетентності й важливою передумовою академічної та професійної мобільності здобувачів вищої освіти. Комп'ютерне моделювання електроенергетичних систем дозволяє задавати оптимальні режими функціонування електротехнічного обладнання, здійснювати проектування електроенергетичних систем за заданими критеріями, підвищувати точність налаштування уставок захисних апаратів. Це відповідає вимогам енергетичної стратегії України до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність», зокрема: «...підвищення енергоефективності на етапі генерації електро- та теплоенергії, зниження втрат енергії у подальшому при її передачі та розподілі...» (п. 2.1).

Метою освітньої компоненти є формування у здобувачів вищої освіти здатностей та навичок моделювання усталених процесів в електромережах промислових підприємств, міст і сільського господарства.

Завдання: оволодіти базовими знаннями з математичного та комп'ютерного моделювання усталених процесів в електромережах; набути базових знань щодо способів топологічного опису електромереж; вивчити методи оцінки значень параметрів елементів електромереж; оволодіти прийомами складання топологічних рівнянь стану; навчитися аналізувати процеси в електромережах підприємств, міст і сільського господарства.

### Посилання на розміщення освітнього компоненту на навчальній платформі Moodle

<https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119>

### Компетентності

- K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- K11. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).
- K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

### Програмні результати навчання (ПРН). Результати навчання (РН)

- ПР05. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
- ПР08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.
- ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенер-

гетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПР19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

### Структура та зміст освітнього компонента

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ МАТРИЧНО-ТОПОЛОГІЧНИМ МЕТОДОМ

### Денна форма:

Лекції – 8 год.

Лабораторні заняття – 8 год.

Самостійна робота – 32 год.

### Заочна форма:

Лекції – 1 год.

Лабораторні заняття – 4 год.

Самостійна робота – 45 год.

**Методи та технології навчання:** демонстрація, проблемно-пошуковий метод, навчальна дискусія, аналіз конкретних ситуацій, розв'язання винахідницьких завдань, проблемна лекція, візуалізація.

**Засоби навчання:** комп'ютер з програмою Mathcad, проектор.

### Тема 1. Особливості математичного та комп'ютерного моделювання енергооб'єктів

Результати навчання ПР05 ПР08	Кількість годин: <i>денна</i> лекції - 2 лаб. - 2 <i>заочна</i> лекції – 0,2 лаб. – 1	Література: [1-4, 7, 9, 12, 15]	Лінк на MOODLE: <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119</a>
Опис теми	Застосування математичного апарату для аналізу процесів в електроенергетичних системах. Відмінність прикладної математики від теоретичної. Основні математичні методи, що необхідні інженеру-електрику, та їх співвідношення з практичними завданнями. Типи моделей електроенергетичних об'єктів. Етапи побудови математичної моделі об'єкту дослідження. Оцінка адекватності моделі. Основні помилки при побудові математичних моделей. Основні комп'ютерні програми для моделювання перехідних та усталених процесів в електроенергетичних об'єктах <b>Лабораторна робота № 1.</b> Основні методи роботи з системою Mathcad.		

### Тема 2. Елементи теорії множин.

Результати навчання ПР19	Кількість годин: <i>денна</i> лекції - 2 лаб. - 2 <i>заочна</i> лекції – 0,2 лаб. – 1	Література: [1, 2, 8, 9, 11]	Лінк на MOODLE: <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119</a>
-----------------------------	---	---------------------------------	--

Опис теми	Тема 2. Елементи теорії множин. Основні поняття та визначення. Співвідношення між множинами. Операції над множинами. Відображення. <b>Лабораторна робота № 2.</b> Матричні операції у Mathcad.		
<b>Тема 3. Елементи теорії графів.</b>			
Результати навчання ПРО5 ПРО9	Кількість годин: <i>денна</i> лекції - 1 лаб. - 0 <i>заочна</i> лекції – 0,2 лаб. – 0	Література: [1, 5, 9, 12, 13]	Лінк на MOODLE: <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119</a>
Опис теми	Основні поняття та визначення. Шлях, контур і прадерево графа. Ребро, лан-цюг, цикл, дерево графа. Незалежні цикли та контури. Матриці суміжності. Матриці інциденцій. Матриця перетинів.		
<b>Тема 4. Топологічний опис структури електричного кола.</b>			
Результати навчання ПРО5 ПРО8	Кількість годин: <i>денна</i> лекції - 2 лаб. - 2 <i>заочна</i> лекції – 0,2 лаб. – 1	Література: [3-5, 8-12]	Лінк на MOODLE: <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119</a>
Опис теми	Вихідна інформація для розрахунку режимів електроенергетичної системи. Припущення, що приймаються при складанні заступної схеми електромережі. Представлення на заступній схемі типових елементів електромережі. Складання графа електричної мережі. Виділення дерева графа. Складання першої та другої матриць інциденцій. Отримання матриці головних перетинів. Матриця імпедансів віток. Матриця адмітансів віток. Приклад складання заступної схеми фрагменту електромережі та визначення топологічних матриць. <b>Лабораторна робота № 3.</b> Робота з комплексними числами у Mathcad		
<b>Тема 5. Закони електричних кіл в матричній формі. Аналіз електричного кола на базі вузлових та контурних рівнянь</b>			
Результати навчання ПРО5 ПРО8	Кількість годин: <i>денна</i> лекції - 1 лаб. - 2 <i>заочна</i> лекції – 0,2 лаб. – 1	Література: [1, 2, 4, 12, 16-22]	Лінк на MOODLE: <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119</a>
Опис теми	Закон Ома в матричній формі. Закони Кірхгофа в матричній формі. Узагальнене рівняння стану в матричній формі. Вузлове рівняння стану в матричній формі. Контурне рівняння стану в матричній формі. Розрахунок усталених режимів електричних мереж. <b>Лабораторна робота № 4.</b> Моделювання усталеного режиму лінійного електричного кола		

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧАХ

**Денна форма:**

Лекції – 8 год.

Лабораторні заняття – 8 год.

Самостійна робота – 32 год.

**Заочна форма:**

Лекції – 0,5 год.

Лабораторні заняття – 4 год.

Самостійна робота – 45 год.

**Методи та технології навчання:** демонстрація, проблемно-пошуковий метод, навчальна дискусія, аналіз конкретних ситуацій, розв'язання винахідницьких завдань, проблемна лекція, візуалізація.

**Засоби навчання:** комп'ютер з програмою Mathcad, проектор.

#### Тема 6. Моделювання перехідних процесів в одномасовій та двомасовій електромеханічній системі

Результати навчання ПР09 ПР19	Кількість годин: <i>денна</i> лекції - 2 лаб. - 2 <i>заочна</i> лекції – 0,2 лаб. – 1	Література: [5, 10]	Лінк на MOODLE: <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119</a>
Опис теми	Аналіз типів механічних характеристик електричних машин. Лінеаризація стійкої частини механічної характеристики для асинхронної машини та двигуна постійного струму. Поняття жорсткості механічної характеристики. Оцінювання жорсткості. Основне рівняння динаміки електропривода, його складові. Математичний опис перехідних процесів в одномасовому лінійному електромеханічному перетворювачі у вигляді диференційного рівняння першого порядку. Математичний опис механічного зв'язку, що характеризується скінченною жорсткістю, між двома масами. Складання системи диференційних рівнянь, що описує перехідні процеси в двомасовій електромеханічній системі. Представлення системи диференційних рівнянь у вигляді матричного диференційного рівняння. <b>Лабораторна робота № 5.</b> Моделювання перехідних процесів в одномасовому лінійному електромеханічному перетворювачі		

#### Тема 7. Методи чисельного розв'язання звичайних диференційних рівнянь

Результати навчання ПР05 ПР08	Кількість годин: <i>денна</i> лекції - 2 лаб. - 2 <i>заочна</i> лекції – 0,3 лаб. – 1	Література: [3, 8, 11, 14, 17-22]	Лінк на MOODLE: <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119</a>
Опис теми	Класифікація методів. Методи Ейлера, Рунге-Кутта. Стійкість методів. Розв'язання жорстких систем диференційних рівнянь. Метод Гіра. Чисельне розв'язання матричного диференційного рівняння засобами MathCAD. Застосування функцій MathCAD rkfixed та Rkadapt для чисельного розв'язання диференційного рівняння першого порядку. <b>Лабораторна робота № 6.</b> Моделювання перехідних процесів в двомасовій електромеханічній системі		

#### Тема 8. Моделювання узагальненого електромеханічного перетворювача. Системи координат

Результати навчання ПР05 ПР08	Кількість годин: <i>денна</i> лекції - 1 лаб. - 0 <i>заочна</i>	Література: [5, 10, 21]	Лінк на MOODLE: <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119</a>
-------------------------------------	---	----------------------------	--

	лекції - 0 лаб. – 0		
Опис теми	Поняття узагального електромеханічного перетворювача. Обмотки статора і ротора. Взаємна індуктивність між обмотками. Вираз для потокозчеплення кожної обмотки. Перетворення багатофазного симетричного перетворювача до еквівалентного двофазного. Використання систем координат: нерухомої відносно статора, відносно ротора, відносно поля. Взаємозв'язок між системами координат. Метод просторового вектора.		
<b>Тема 9. Математична модель асинхронного двигуна</b>			
Результати навчання ПР08 ПР19	Кількість годин: <i>денна</i> лекції - 2 лаб. - 2 <i>заочна</i> лекції - 0 лаб. – 1	Література: [5, 10, 21]	Лінк на MOODLE: <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119</a>
Опис теми	Припущення, що приймаються при формуванні моделі. Заступна схема двигуна в просторових векторах. Диференційні рівняння електричної рівноваги в просторових векторах та механічної рівноваги. Формування математичної моделі асинхронного двигуна в системі координат . <b>Лабораторна робота № 7.</b> Моделювання перехідного процесу пуску асинхронного двигуна		
<b>Тема 10. Розв'язування алгебраїчних і трансцендентних рівнянь однієї змінної чисельними методами. Інтерполяція та апроксимація функцій</b>			
Результати навчання ПР08 ПР09	Кількість годин: <i>денна</i> лекції - 1 лаб. - 2 <i>заочна</i> лекції - 0 лаб. – 1	Література: [7-9, 11, 14]	Лінк на MOODLE: <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119</a>
Опис теми	Метод половинного ділення. Метод простої ітерації. Метод Ньютона. Засоби MathCAD для розв'язування алгебраїчних і трансцендентних рівнянь однієї змінної. Інтерполяційна формула Лагранжа. Інтерполяційна формула Ньютона. Похибка інтерполяції. Функції MathCAD для здійснення інтерполяції. Апроксимація функцій. Метод найменших квадратів. Апроксимація функцій в MathCAD. <b>Лабораторна робота № 8.</b> Апроксимація експериментальних даних за допомогою методу найменших квадратів		

### ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. КОМП'ЮТЕРНИЙ АНАЛІЗ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ В ЕНЕРГООБ'ЄКТАХ

#### **Денна форма:**

Лекції – 4 год.

Лабораторні заняття – 4 год.

Самостійна робота – 16 год.

#### **Заочна форма:**

Лекції – 0,5 год.

Лабораторні заняття – 2 год.

Самостійна робота – 18 год.

**Методи та технології навчання:** демонстрація, проблемно-пошуковий метод, навчальна дискусія, аналіз конкретних ситуацій, розв'язання винахідни-



цьких завдань, проблемна лекція, візуалізація.

**Засоби навчання:** комп'ютер з програмами Excel, Mathcad, проектор.

<b>Тема 11. Основи математичної статистики</b>			
Результати навчання ПР05 ПР09 ПР19	Кількість годин: <i>денна</i> лекції - 1 лаб. - 0 <i>заочна</i> лекції – 0,2 лаб. – 0	Література: [11, 23-27]	Лінк на MOODLE: <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119</a>
Опис теми	Поняття вибірки, генеральної сукупності. Функція розподілу, щільність розподілу		
<b>Тема 12. Числові характеристики вибірок. Загальні поняття про статистичні критерії</b>			
Результати навчання ПР05 ПР09 ПР19	Кількість годин: <i>денна</i> лекції - 1 лаб. - 2 <i>заочна</i> лекції – 0,3 лаб. – 1	Література: [11, 23-27]	Лінк на MOODLE: <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119</a>
Опис теми	Оцінювання вибіркового середнього, стандартного відхилення, моди, медіани тощо. Статистична гіпотеза. Нульова та конкуруюча гіпотези. Статистичний критерій. Класифікація критеріїв. Основні критерії, що використовуються при статистичному аналізі. <b>Лабораторна робота № 9.</b> Оцінка числових характеристик розподілу випадкової величини		
<b>Тема 13. Однорідність математичних очікувань та дисперсій вибірок. Побудова регресійної залежності</b>			
Результати навчання ПР05 ПР09 ПР19	Кількість годин: <i>денна</i> лекції - 1 лаб. - 0 <i>заочна</i> лекції - 0 лаб. – 0	Література: [11, 23-27]	Лінк на MOODLE: <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119</a>
Опис теми	Постановка паралельних експериментів. Можливість об'єднання декількох вибірок, перевірка приналежності вибірок до одної генеральної сукупності. Перевірка вибірок на нормальність розподілу за критерієм згоди Колмогорова-Смирнова. Перевірка гіпотези про однорідність вибірових дисперсій двох вибірок за критерієм Фішера, декількох вибірок - за критерієм Кохрена. Визначення ступеня щільності зв'язку між досліджуваними змінними (коефіцієнт лінійної кореляції, кореляційне відношення, оцінка значущості їх емпіричних значень). Перевірка гіпотези про лінійний вид залежності між досліджуваними змінними. Розрахунок параметрів лінії регресії за методом найменших квадратів. Побудова довірчих інтервалів для лінії регресії.		
<b>Тема 14. Випадкові процеси. Кореляційна функція</b>			
Результати навчання ПР05 ПР09 ПР19	Кількість годин: <i>денна</i> лекції - 1 лаб. - 2 <i>заочна</i> лекції - 0 лаб. – 1	Література: [11, 23-27]	Лінк на MOODLE: <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4119</a>
Опис теми	Поняття випадкової функції та випадкового процесу. Реалізація випадкового процесу.		

Стационарні та нестационарні випадкові процеси. Математичним очікування та дисперсія випадкової функції. Кореляційна функція, коефіцієнт кореляції.  
**Лабораторна робота № 10.** Параметричне оцінювання випадкових процесів

### Перелік соціальних, «м'яких» навичок (soft skills)

Освітня компонента спрямована на розвиток таких «м'яких» навичок: аналітичні навички, взаємодія з людьми, гнучкість розуму, комплексне рішення проблем, саморозвиток, здатність до навчання, пошук виходу зі складних ситуацій, оцінювання ризиків та приймання рішень, працелюбність, креативність, навички письмового та усного спілкування, комунікаційні якості.

### Форми та методи навчання

Лекції читаються з використанням мультимедійного проектора для демонстрації математичних, комп'ютерних моделей, рівнянь, графіків, діаграм, фрагментів програм, структурних схем моделей тощо. Під час лекцій проводиться дискусійне обговорення проблемних питань. Лабораторні роботи виконуються з використанням програмного середовища MathCAD.

### Порядок та критерії оцінювання

Положення про семестровий поточний та підсумковий контроль навчальних досягнень здобувачів вищої освіти <http://ep3.nuwm.edu.ua/15311/> . Для визначення рівня засвоєння здобувачами освіти матеріалу використовуються такі методи оцінювання знань: оцінювання за виконання лабораторних робіт; опитування при захисті лабораторних робіт; оцінки за модульні контрольні роботи; підсумковий контроль знань. Усі форми контролю включено до 100-бальної шкали оцінювання:

Вид заняття	Бали
<b>1. Поточна складова оцінювання</b>	
1.1 Робота під час лекцій ( 13 пар * 1 бал).....	13
1.2 Робота під час лаб. занять ( 12 пар * 1 бал).....	12
1.3 Захисти звітів з лабораторних робіт:	
1.3.1 №1 "Основні методи роботи з системою Mathcad" .....	3,5
1.3.2 №2 "Матричні операції у Mathcad" .....	3,5
1.3.3 №3 "Робота з комплексними числами у Mathcad" .....	3,5
1.3.4 №4 "Моделювання усталеного режиму лінійного електричного кола" .....	3,5
1.3.5 №5 "Моделювання перехідних процесів в одномасовому лінійному електромеханічному перетворювачі" .....	3,5
1.3.6 №6 "Моделювання перехідних процесів в двомасовій електромеханічній системі" .....	3,5
1.3.7 №7 "Моделювання перехідного процесу пуску асинхронного двигуна" .....	3,5
1.3.8 №8 "Апроксимація експериментальних даних за допомогою методу найменших квадратів" .....	3,5
1.3.9 №9 "Оцінка числових характеристик розподілу випадкової величини" .....	3,5

1.3.10 №10 "Параметричне оцінювання випадкових процесів".....	3,5
<b>Всього поточна складова оцінювання.....</b>	<b>60</b>
<b>2. Підсумкова складова оцінювання</b>	
2.1. Модульний контроль №1.....	20
2.2. Модульний контроль №2.....	20
<b>Всього підсумкова складова оцінювання.....</b>	<b>40</b>
<b>Разом.....</b>	<b>100</b>
<b>Поєднання навчання та досліджень</b>	
<p>У процесі навчання здобувачі вищої освіти залучаються до реалізації наукових досліджень, зокрема за темою "Розробка та дослідження автоматичних та електротехнічних елементів і систем", яка зареєстрована в Українському інституті науково-технічної експертизи та інформації (державний реєстраційний номер 0116U000281). Передбачено можливість участі студентів у роботі наукових конференцій та публікації статей за результатами досліджень.</p> <p>В освітньому процесі використовуються отримані індивідуальні наукові досягнення лектора з тем «Комп'ютерне моделювання електроенергетичних об'єктів матрично-топологічним методом», «Методи чисельного розв'язання звичайних диференціальних рівнянь: Ейлера, Рунге-Кутта, Гіра», «Математична модель асинхронного двигуна», які відображені в наступних публікаціях: [5], [16-22], а також в докторській дисертації Васильця С.В. на тему «Аналіз перехідних процесів і методи захисту електротехнічних комплексів шахтних електричних мереж».</p>	
<b>Інформаційні ресурси</b>	
<i><b>Базова література</b></i>	
1	Кириленко О.В., Сегеда М.С., Буткевич О.Ф., Мазур Т.А. Математичне моделювання в електроенергетиці: Підручник. Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2010. 608 с.
2	Хоменко О.В. Математичні задачі енергетики. Моделювання і аналіз усталених режимів роботи електричних систем [Електронне видання]: навч. посіб.. К.: НТУУ «КПІ», 2016. 109 с.
3	Сивокобиленко В.Ф., Василець С.В. Математичне моделювання перехідних процесів в електротехнічних комплексах шахтних електричних мереж: монографія. Луцьк: Вежа-Друк, 2017. 272 с.
4	Бурбело М.Й. Математичні задачі електроенергетики. Математичне моделювання електропостачальних систем: навч. посібник. Вінниця: ВНТУ, 2016. 185 с.
5	Сивокобиленко В.Ф. Математичне моделювання в електротехніці і енергетиці: навчальний посібник. Донецьк: РВА ДонНТУ, 2005. 350 с.
6	Сясев А. В. Вступ до системи MathCAD: Навч. посіб. Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2004. 108 с.
7	MathCAD у дослідженні технічних систем: Навч. посібник / В.П. Франчук, К.С. Заболотний та ін. Дніпропетровськ: НГУ, 2004. 145 с.

### **Допоміжна література**

- 8 Фельдман Л.П., Петренко А.І., Дмитрієва О.А. Чисельні методи в інформатиці. К.: ВНУ, 2006. 480 с.
- 9 Охорзин В. А. Прикладная математика в системе MATHCAD. Санкт-Петербург: Изд-во «Лань», 2008. 352 с.
- 10 Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Уч. пособ. СПб.: КОРОНА принт, 2001. 320 с.
- 11 Формалев В.Ф., Ревизников Д.Л. Численные методы. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 400 с.
- 12 Чабан В.Й. Математичне моделювання в електротехніці. Львів: Видавництво Т. Сороки, 2010. 508 с.
- 13 Wang Xi-Fan, Yonghua Song, Malcolm Irving Modern Power Systems Analysis. New York, NY, USA: Springer Science+Business Media, LLC, 2008. 559 p.
- 14 Буката Л.Н., Глазунова Л.В. Чисельні методи та моделювання на ЕОМ: навчальний посібник. Ч. 1. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2013. 84 с.
- 15 Перехідні процеси в системах електропостачання: підручник для ВНЗ / Г.Г. Півняк, І.В. Жежеленко, Ю.А. Папаїка, Л.І. Несен, за ред. Г.Г. Півняка; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. 5-те вид., доопрац. та допов. Дніпро: НГУ, 2016. 600 с.
- 16 Розроблення та дослідження сучасних систем електроенергетики та автоматизації. Монографія / В. В. Древецький, С. В. Василець, А.В. Рудик та інші. Рівне : Овід, 2020. 380 с. (ISBN 978-617-7514-32-8). Розділ 8 (С. В. Василець). Математичне моделювання функціонування та підвищення безпеки експлуатації напівпровідникових перетворювачів у складі електротехнічних комплексів.
- 17 Василець С.В., Василець К.С., Притула І.С. Удосконалення математичної моделі трифазного автономного інвертора напруги. Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Обчислювальна техніка та автоматизація». Покровськ: ДонНТУ. №1(32), 2019. С.6-16. URL: [https://science.donntu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/04/ОТА\\_132\\_2019.pdf](https://science.donntu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/04/ОТА_132_2019.pdf)
- 18 Vasylets S., Vasylets K. Refinement of the mathematical model of frequency converter cable branch with a single-phase short circuit. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. № 4/9 (100) 2019. P. 27-35 doi: 10.15587/1729-4061.2019.176571
- 19 Vasylets S., Vasylets K. Improvement of the mathematical model of single-phase half-bridge inverter in state-variable form. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 4/5 (94) 2018. P. 14-21.
- 20 Василець С.В., Василець К.С. Удосконалення математичної моделі IGBT транзистора з урахуванням нелінійності ємностей переходів. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. №1/2018 (108). С.9-14.
- 21 Сивокобиленко В.Ф., Василець С.В. Динамічна модель асинхронного двигуна з урахуванням зубчатості магнітопроводів. Наукові праці Донецького національного технічного університету, серія: «Обчислювальна техніка та автоматизація». 2015. Вип. №1(28)'2015. С 6-15.
- 22 Сивокобиленко В.Ф., Василець С.В. Аналіз перехідних процесів в електромережі шахти засобами математичного моделювання. Електромеханічні і енергозберігаючі системи. 2015. Вип. 2/2015 (30). С. 116-126.
- 23 Руденко В. М. Математична статистика. Навч. посіб. К.: Центр учбової літератури, 2012. 304 с.
- 24 Літнарівич Р.М. Побудова і дослідження математичної моделі за джерелами експериментальних даних методами регресійного аналізу. Навчальний посібник,

МЕРУ, Рівне, 2011. 140 с.

- 25 Білей П., Адамовський М., Ханик Я., Довга Н., Сорока Л. Методологія наукових досліджень технологічних процесів. Львів: Вид. НУ «Львівська політехніка», 2003. 352 с.
- 26 Засименко В.М. Основи теорії планування експерименту. Навч. посібник. Львів: Видав. ДУ «ЛП», 2000. 205 с.
- 27 Стеченко Д.М., Чмир О.С. Методологія наукових досліджень. Підручник. К.: Знання (Вища освіта XXI століття), 2005. 309 с.

#### **Електронний репозиторій НУВГП**

- 28 Василець С.В., Василець К.С. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з навчальної дисципліни «Математичні задачі електроенергетики» для студентів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» заочної та дистанційної форм навчання. Рівне: НУВГП, 2017. (04-03-205). <http://ep3.nuwm.edu.ua/8049/1/04-03-205.pdf>
- 29 Василець С.В., Василець К.С. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Математичні задачі енергетики» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної та заочної форм навчання. Рівне: НУВГП, 2019. 83 с. (04-03-236) [http://ep3.nuwm.edu.ua/14927/1/04-03-236%20\(1\).pdf](http://ep3.nuwm.edu.ua/14927/1/04-03-236%20(1).pdf)
- 30 Мартинюк П. М., Гошко О. В. Порівняльний аналіз ефективності застосування чисельних методів розв'язання великих систем лінійних алгебричних рівнянь. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. 1(61). 2013. с. 289-297. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/1059/1/Vt6136.pdf>
- 31 Тимейчук О.Ю. Математичні методи і моделі в розрахунках та ЕОМ: Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення. Рівне: НУВГП, 2008. 60 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/4666/1/v42.pdf>
- 32 Тимейчук О.Ю., Кузьменко В.М., Тимейчук Т.Б. Інформаційні системи та математичні методи наукових досліджень: Навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2011. 118 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/4667/1/v43.pdf>

#### **Інші ресурси**

- 33 Журнал «Технічна електродинаміка» / [Електронний ресурс]. URL: <http://techned.org.ua/>
- 34 Офіційний сайт компанії ТЕХНОПОЛІС – офіційного представника корпорації РТС Inc. в Україні / [Електронний ресурс]. URL: <http://mathcad.com.ua/>
- 35 Архів публікацій Східноєвропейського журналу передових технологій / [Електронний ресурс]. URL: <http://journals.urau.ua/eejet/issue/archive>
- 36 Цифрова бібліотка факультету електроніки НТТУ «КПІ» / [Електронний ресурс]. URL: <http://fel.kpi.ua/>
- 37 Електронний науковий архів НУ «Львівська політехніка» / [Електронний ресурс]. URL: <http://ena.lp.edu.ua>

#### **Дедлайни та перескладання**

Ліквідація академічної заборгованості та реалізація повторного вивчення дисципліни здійснюються згідно з «Порядком ліквідації академічних заборгованостей у НУВГП» <http://ep3.nuwm.edu.ua/4273/>. Процедура перездачі модулів здійснюється згідно з: <https://nuwm.edu.ua/struktturni-pidrozdili/navch-nauk-tsentri-nezaleznoho-otsiniuvannia-znan/dokumenti> Оголошення стосовно дедлайнів здачі частин навчальної дисципліни публікуються на сторінці даної

дисципліни на платформі MOODLE.

### **Неформальна та інформальна освіта**

Можливим є визнання (перезарахування) результатів навчання здобувачів освіти, що набуті за рахунок неформальної та інформальної освіти згідно з відповідним положенням: <https://nuwm.edu.ua/sp/neformalna-osvita>. Наприклад, студенти можуть самостійно проходити онлайн-курси на таких платформах, як Prometheus, Coursera, edEx, edEra, FutureLearn тощо. Знання та навички, що формуються під час проходження певного онлайн-курсу чи його частин, мають мати зв'язок з очікуваними навчальними результатами даного освітнього компонента та бути перевірені в підсумковому оцінюванні.

### **Практики, представники бізнесу, фахівці, залучені до викладання**

Консультативну допомогу щодо підготовки лекційного матеріалу надають, а також до читання окремих лекцій залучаються: інженер-програміст вбудованих систем ТОВ «РЗА СИСТЕМЗ», канд. техн. наук, доцент Ставицький Володимир Миколайович; начальник Служби РЗА ПрАТ «Рівнеобленерго», канд. техн. наук Килимчук Антон Володимирович.

### **Правила академічної доброчесності**

Необхідна інформація стосовно академічної доброчесності, зокрема з питань плагіату, кодексу честі студентів, поведінки в аудиторії та інших наведена у відповідних документах на сторінці Якість освіти сайту НУВГП:

<http://nuwm.edu.ua/sp/akademichna-dobrochesnistj> Не допускається списування при виконанні поточних завдань, а також під час проведення поточного та підсумкового контролю знань – модулів, заліків, екзаменів. У випадку виявлення факту списування, до студентів будуть застосовані санкції у вигляді зниження підсумкової оцінки або ж позбавлення права подальшого виконання завдання. Принципи доброчесності у НУВГП та відповідність показникам забезпечення якості вищої освіти регламентовано НАЗЯВО та положеннями відділу якості освіти НУВГП. Сайт НАЗЯВО: <https://naga.gov.ua/> Відділ якості освіти НУВГП: <https://nuwm.edu.ua/struktturni-pidrozdili/vyo/dokumenty>

### **Вимоги до відвідування**

Студенту не дозволяється пропускати заняття без поважних причин. Пропущенні практичні та лабораторні заняття виконують згідно з графіком відпрацювань або консультацій, які публікуються на сторінці кафедри АЕКІТ:

<https://nuwm.edu.ua/nni-akot/kaf-aekit> Пропущений лекційний матеріал опрацьовується самостійно з використанням матеріалів, що наведені на сторінці дисципліни в MOODLE. Студенти можуть використовувати на заняттях мобільні телефони та ноутбуки, але виключно для навчання.

### **Оновлення**

Щорічно викладач з власної ініціативи оновлює зміст даної навчальної дисципліни на основі наукових досягнень і сучасних практик. Здобувачі вищої освіти також можуть долучатись до процедури оновлення навчальної дисципліни шляхом внесення пропозицій щодо новітніх досягнень в галузі. Така

ініціатива може бути підставою для отримання додаткових балів.

### **Академічна мобільність. Інтернаціоналізація**

Процедура визнання результатів навчання, отриманих в інших закладах освіти, зокрема під час академічної мобільності, визначається документами: <https://nuwm.edu.ua/sp/akademichna-mobilnist>. Міжнародні інформаційні ресурси, які можуть використовувати студенти для вивчення даної дисципліни: **Google Scholar:** <https://scholar.google.com/>; **Elsevier:** <https://www.elsevier.com/>; **Sciencedirect** <https://www.sciencedirect.com/>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/>

Лектор: д.т.н., проф.

С.В. Василюк